

УДК 551.312.48(472+474.25)

Эльви ТАВАСТ

БЕРЕГА ОЗЕРА ВЫРТСЪЯРВ

Первые данные о геологии берегов озера Вуртсъярв относятся к 1860 годам. К. Гревингк (Grewingk, 1879) привел краткие сведения о расположении и морфологии озерной впадины. Помимо общих географических и геологических данных о впадине, он более подробно охарактеризовал пологий песчаный северный берег, обратив внимание на встречающиеся местами пологие валунно-галечные мысы и отмели юго-восточного простираения на берегу и на дне озера. Полосы эрратических валунов прослеживаются на восточном берегу перед обрывами в девонских породах и перед уступами в морене параллельно береговой линии. Он правильно предположил, что валуны здесь вымыты со дна и нагромождены на берег напором озерного льда.

Х. Хаузен (Hausen, 1913 а, б) указал на неравномерное неотектоническое поднятие озерной котловины и отметил, что это явление сильно повлияет на геологическое развитие оз. Вуртсъярв. Более детально охарактеризовал берега озера Л. Мюлен (Mühlen, 1918), описав клифы в девонских песчаниках и уступы в морене, озерных песках и торфяниках, выделив среди низменных берегов песчаный, каменистый и болотистый берега. Он обратил внимание на влияние исходного рельефа (особенно друмлинов) и напорного льда в развитии берегов. Необходимо иметь в виду, что уровень воды в то время был выше, чем в настоящее время, влияние волновой деятельности интенсивнее.

Геологическое развитие озера подробно изложила Л. Ф. Орвику (1958), описав типы берегов и некоторые геолого-геоморфологические профили береговых образований. Она выделила клифовый, уступовый, моренный, галечный, песчаный и торфяной типы берегов. Л. Орвику совместно с К. Орвику и К. Орвику (мл.) вновь вернулись к геологическому развитию оз. Вуртсъярв в 1972 г., когда биологами и мелиораторами была выдвинута идея о повышении уровня озера на 1 м. Они заключили, что в настоящее время береговые процессы озера слабые, но с повышением уровня воды давно отмершие уступы заново активизируются и обширные территории будут затоплены. К сожалению, эта интересная работа осталась не опубликованной (Orviku и др., 1972).

Вопросы развития озера освещены еще в работах К. Орвику (Orviku, 1973), А. Раукаса, Э. Ряхни, А. Мийделя (1971) и др.

Систематическое исследование развития озера, донных отложений и берегов было начато в 1977 г. сотрудниками сектора четвертичной геологии Института геологии АН ЭССР. Полученные результаты отчасти опубликованы (Võrtsjärve ökosüsteemi seisund, 1984). Выделены типы и подтипы берегов и составлены схемы их распространения (Tavast и др., 1983).

Площадь озера Вуртсъярв составляет при среднем уровне воды (34,29 м) 270,7 км², что превышает суммарную площадь всех других озер Эстонии, за исключением Псковско-Чудского. Глубина озера небольшая: максимальная 6 м, средняя 2,8 м. Реки и ручьи, впадающие в оз. Вуртсъярв, небольшие. Количество их около 40 (Jaani, 1973). Из озера вытекает только Суур-Эмайгги. Течения в поверхностном слое

оз. Вуртсъярв измерены эпизодически: в общем преобладают ветренные течения, весной во время половодья — градиентные. Течения в глубинных слоях не соответствуют направлениям течений в поверхностном слое: в более глубокой восточной части озера преобладают, видимо, течения юго-северного направления со скоростью 10 см/с. Иногда поверхностные течения достигают скорости 23—25 см/с, а придонные 30 см/с. Движение наносов в береговой зоне направлено в сторону истоков р. Суур-Эмайыги. Высота волны (обычно короткая и крутая) достигает 1 м в середине озера при ветре 6—7 баллов (Jaani, 1973).

Уровненный режим оз. Вуртсъярв изменчив и характеризуется интенсивным продолжительным половодьем весной, маловодностью летом и зимой и значительным поднятием уровня воды осенью. Вуртсъярв является проточным озером. Интересно отметить, что во время весеннего половодья в верхнем течении (до устья р. Педья) р. Суур-Эмайыги течет на протяжении 5 км не в Чудское, а в озеро Вуртсъярв. Масса вносимой в озеро воды иногда превышает 35 м³/с (Jaani, 1973). Суур-Эмайыги течет в противоположном направлении почти ежегодно примерно 13 дней, весной 1956 г. даже 39 дней, что заметно влияет на движение наносов в береговой зоне.

Типы берегов во многом predeterminedются ледниковым рельефом, который сглажен позднеледниковыми и голоценовыми отложениями. Современный рельеф впадины оз. Вуртсъярв характеризуется плоскими или легко волнистыми равнинами. Болотные равнины, образовавшиеся на древнеозерных отложениях, распространяются в северо-восточной части впадины близ истоков р. Суур-Эмайыги. На западном берегу озера болотные равнины расположены в окрестностях хут. Риума, а в южной части впадины — в окрестностях устья рр. Ёхне и Вьяке-Эмайыги.

Волнистые моренные равнины расположены как в западной, так и в восточной частях впадины, где они местами друмлинизированы. Весьма характерными формами рельефа являются абрадируемые друмлины, образующие гравийно-галечные гряды на дне озера. Особенно много таких каменных гряд в северной части озера. В расположенных непосредственно на берегу озера друмлинах выработаны уступы.

Относительные высоты в пределах береговой зоны в целом небольшие, исключением является только обрыв высотой 8 м в друмлине у дер. Тамме. Среди преобладающих низменных берегов выделяются песчаные, илистые, торфяные и моренные берега (рис. 1).

Состав береговых отложений predeterminedется главным образом местными гляциальными, флювио- и лимногляциальными и древнеозерными отложениями. В южной части озера берег расположен в основном в голоценовых торфяниках и мощность озерных отложений небольшая. Из-за неравномерного неотектонического поднятия (в северной части больше, чем в южной) вода стекает к югу и заливает обширные территории в устье р. Вьяке-Эмайыги. На торфе или минеральных почвах наблюдается лишь маломощный слой илистых наносов. Болотные отложения расположены на протяжении 11 км южнее устья рр. Тарвасти и Ёхне, а также вблизи истока р. Суур-Эмайыги. Среди болотных отложений местами в виде островков расположены золотые и древнеозерные пески. Торфяной низменный берег обычно пологий, сильно задернован кустарником, на подводном склоне тростником и камышом.

На восточном и частично на западном берегу типы отложений быстро меняются и сходные по составу отложения прослеживаются только на протяжении нескольких километров. Соответственно меняются и типы берегов (рис. 1). Довольно монотонным является северный берег, где на протяжении около 10 км обнажаются древние озерные пески и

алевриты. Морена распространяется непрерывной зоной от устья р. Тянассилма до хут. Саба на западном берегу и на протяжении около 3 км в окрестностях дер. Тамме на восточном берегу. В других местах, в

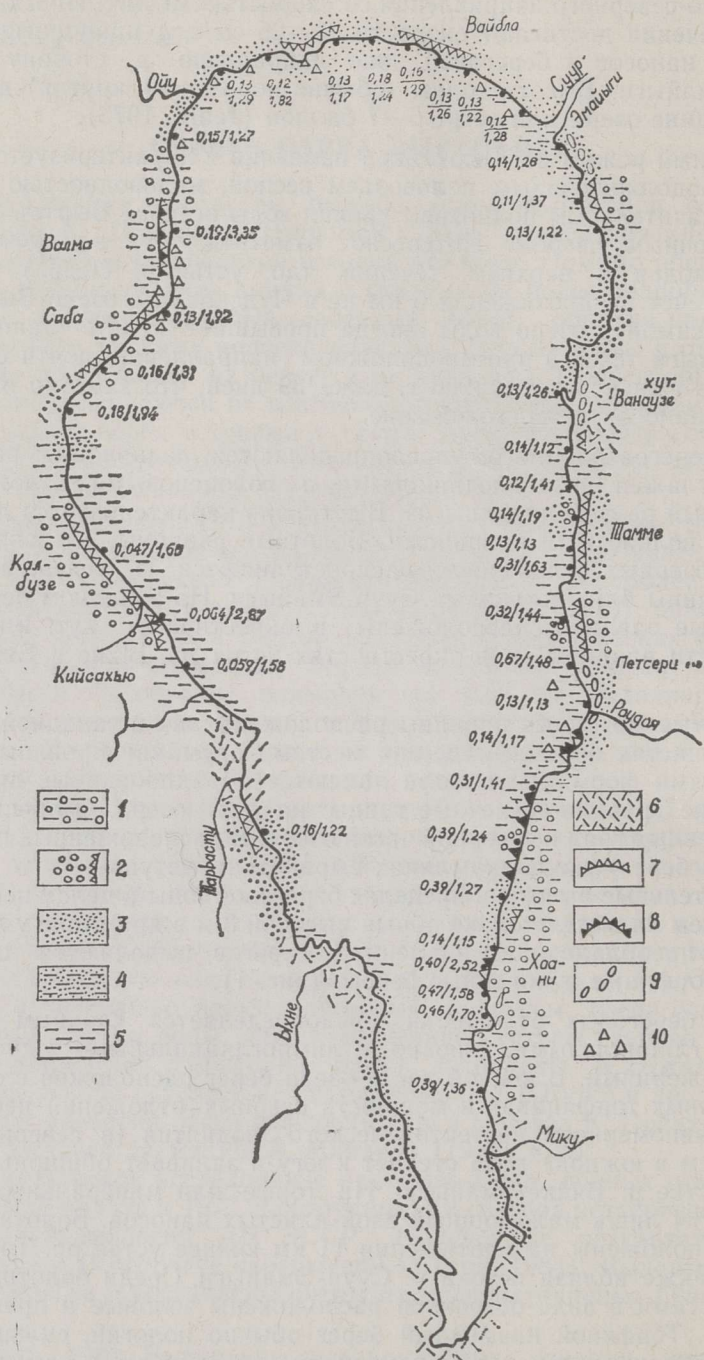


Рис. 1. Типы берегов и изменение среднего диаметра отложений (в числителе) и коэффициента отсортированности (в знаменателе) современной береговой линии оз. Вуртсъярв при среднем уровне воды. 1 — моренные; 2 — клифовые; 3—4 — песчаные (3 — среднезернистые пески, 4 — алевритистые пески); 5 — пелитовые; 6 — торфяные; 7—8 — уступы (7 — отмерший, 8 — отмирающий); 9 — береговые валы; 10 — валуны.

основном возле друмлинов, морена расположена «пятнами». Друмлины простираются обычно с северо-запада на юго-восток, реже с севера на юг. На восточном берегу они более высокие и хорошо отражаются в рельефе. Уступы высотой до 4,5 м наблюдаются здесь на всех западных склонах друмлинов (Салу, Ноони, Хаани, Трепимяги, Тамме и др.). Моренный уступовый берег высотой до 1,5 м располагается на западном берегу озера в окрестностях Валма, Саба (рис. 2), Эйкинги и Кийсахью, но генетической связи между уступами и друмлинами здесь не наблюдается. Волны абрадируют уступ в окрестностях Валма, Трепимяги и у лимнологической станции в дер. Петсери. Ширина пляжа у подножья уступа обычно доходит до 10—15 м и суживается во время нагонов до 1—2 м. На урзе воды нагромождены валуны диаметром около 1,0 м, реже до 2,5 м. На подводном склоне местами произрастает тростник. Отмершие моренные уступы наблюдаются близ Салу, Ноони и Хаани. Пляж сильно задернован. Низменный моренный берег встречается редко, но во многих местах морена обнажается на подводном склоне. На пляже морена покрыта маломощным слоем песка или торфа.

Девонские песчаники обнажаются лишь на восточном берегу озера в нижних частях обрывов, покрыты мореной и дюнными песками (Тамме, Трепимяги, севернее дер. Петреси). Обычно наблюдается один уступ, но на склоне Таммского друмлины их два (рис. 2). Нижний уступ сложен девонскими песчаниками, верхний — мореной. Этот тип берега можно условно назвать клифовым.

Низинный берег в флювиогляциальных или лимногляциальных и древнеозерных отложениях обычно сильно задернован кустарником и на подводном склоне тростником (рис. 2). Ширина тростниковой зоны может достигать 200 м. Примером служат районы в устье р. Раудоя на восточном и южнее Кивилыппе на западном берегу.

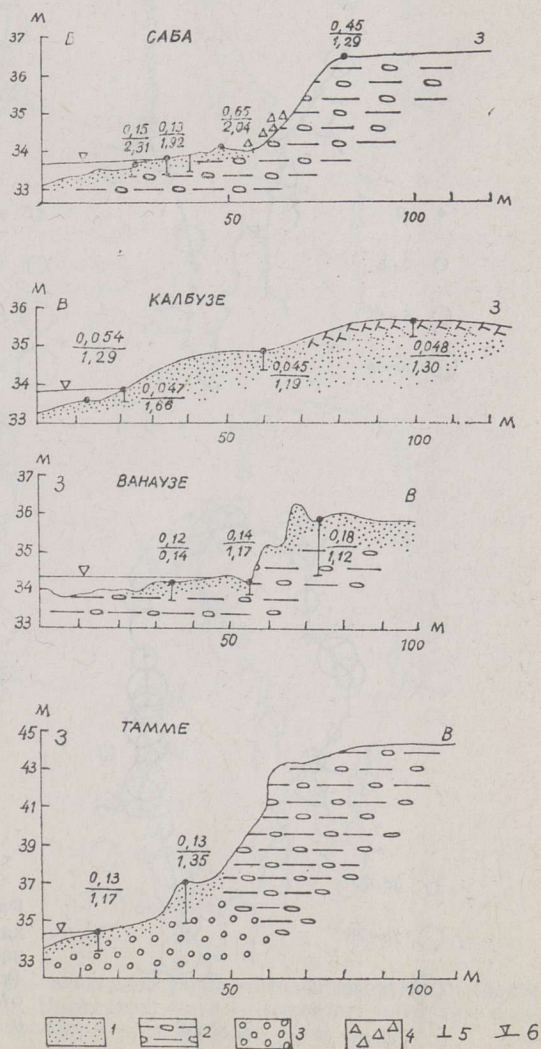


Рис. 2. Характерные геологические профили береговой зоны оз. Выртсъярв и изменение среднего диаметра отложений (в числителе) и коэффициента отсортированности (в знаменателе). 1 — песок; 2 — морена; 3 — девонские песчаники; 4 — валуны; 5 — буровые скважины или шурфы; 6 — уровень воды.

Песчаный уступовый берег встречается на западе озера у дер. Кивилыппе и на севере, западнее дер. Вайбла, небольшими территориями и в других районах. Нижняя часть берегового уступа в Кивилыппе абради-рована в лимногляциальные отложения, верхняя — в пески древних дюн. Мелкие современные дюны расположены на верхнем из них. Высота нижнего уступа достигает 0,5 м, верхнего 1,0 м. Между ними нахо-дится терраса шириной около 40 м. Во время наводнений при сильных штормах нижний уступ подвержен абразии, обычно же урез воды находится примерно в 100 метрах от первого уступа. На север-ном берегу уступ абрадирован в древнеозерные отложения. Местами, например, западнее дер. Вайбла на протяжении нескольких километров выделяются два уступа: высота нижнего 0,5—0,6 м, верхнего 1,0—1,5 м.

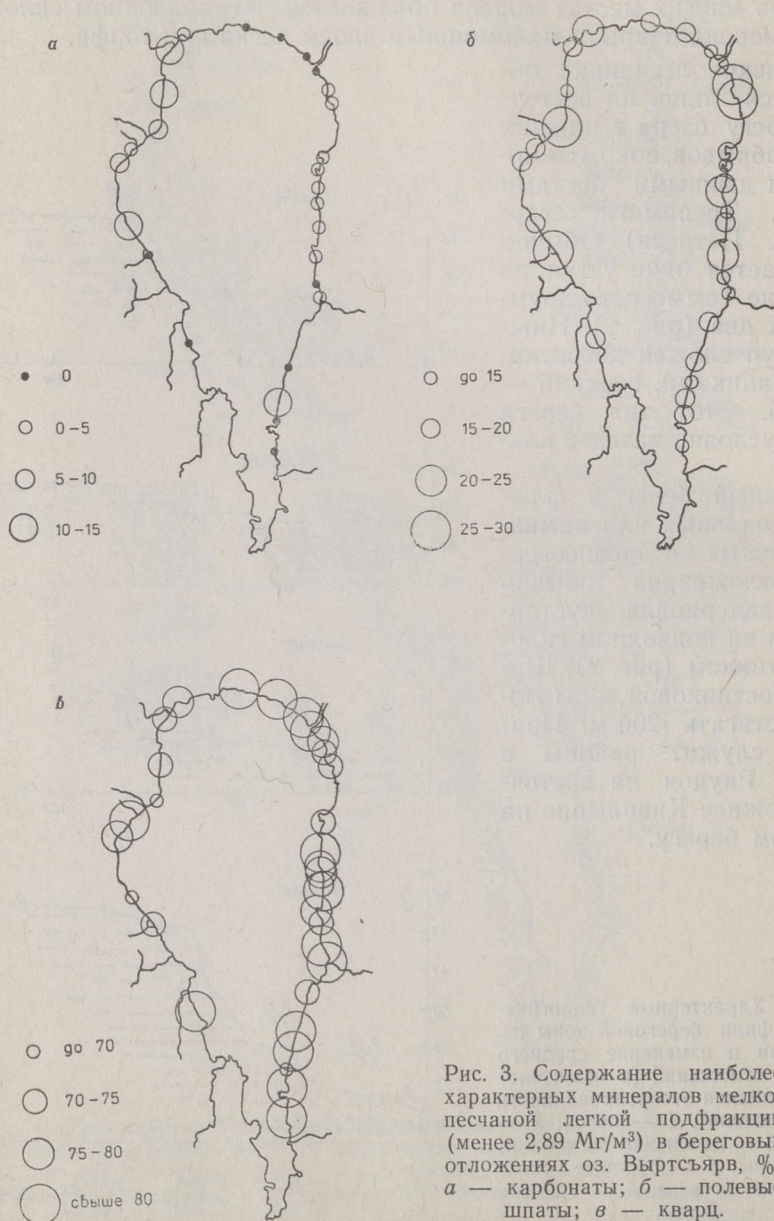


Рис. 3. Содержание наиболее характерных минералов мелко-песчаной легкой подфракции (менее 2,89 Мг/м³) в береговых отложениях оз. Вуртсъярв, %: а — карбонаты; б — полевые шпаты; в — кварц.

Между ними тянется терраса шириной 60—100 м. Наблюдаются береговые валы высотой до 1,5 м (западнее дер. Лейе). Уступы отмершие. На подводном склоне всюду растет тростник. Ширина тростниковой зоны доходит до 200 м. Только изредка зона тростника отсутствует.

Из-за мелководности озера больших развивающихся береговых форм в современной береговой зоне не наблюдается. Этому не способствует также сильно изменяющийся уровенный режим озера, вследствие чего береговая линия на одном месте находится очень ограниченное время и крупных форм не вырабатывается.

Автором детально изучен гранулометрический и минеральный состав береговых отложений вдоль береговой линии на урезе воды при среднем уровне воды. Из-за сжатости данной статьи охарактеризуем лишь два

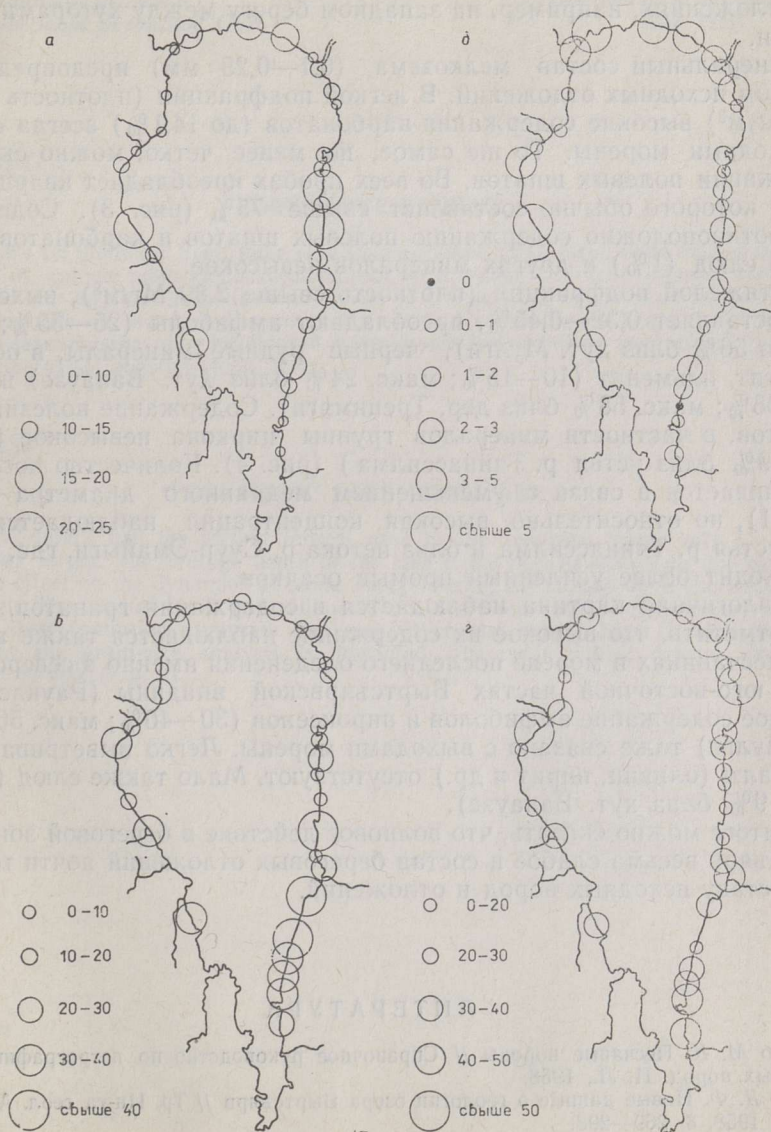


Рис. 4. Содержание характерных минералов мелкопесчаной тяжелой подфракции (более 2,89 Мг/м³) в береговых отложениях оз. Вуртсъярв, %: а — магнетит, ильменит; б — циркон; в — гранат; г — амфиболы.

показателя гранулометрического состава: медианный (или средний) диаметр (d) и коэффициент сортировки (S_0). Последний определяется как соотношение диаметров, соответствующих 75- и 25%-ному содержанию частиц. Имеется множество классификаций относительно отсортированности отложений. Ниже мы придерживаемся классификации, согласно которой для хорошо отсортированных отложений $S_0=1,0-1,58$, для среднеотсортированных $1,58-2,12$ и для плохо отсортированных свыше $2,12$ (Калинко, 1958).

Легко убедиться, что почти по всему побережью близ уреза воды прослеживаются мелкопесчаные хорошо отсортированные отложения ($d=0,11-0,18$ мм; $S_0=1,17-1,41$), за исключением выходов морены близ Валма, Сапи, Хаани, Ноони, севернее ручья Раудоя ($d=0,3-0,6$ мм, $S_0=1,4-2,5$; близ Валма 3,35) (рис. 1). Относительно плохая отсортированность наблюдается также в очень тонкозернистых алевроито-пелитовых отложениях, например, на западном берегу между хуторами Ряни и Калури.

Минеральный состав мелкозема ($0,1-0,25$ мм) предопределяется составом исходных отложений. В легкой подфракции (плотность меньше $2,89$ Мг/м³) высокие содержания карбонатов (до 14,1%) всегда связаны с выходами морены. То же самое, но менее четко, можно сказать о содержании полевых шпатов. Во всех пробах преобладает кварц, содержание которого обычно составляет свыше 75% (рис. 3). Содержание его противоположно содержанию полевых шпатов и карбонатов. Количество слюд (1%) и других минералов невысокое.

В тяжелой подфракции (плотность свыше $2,89$ Мг/м³), выход которой составляет 0,32—0,45%, преобладают амфиболы (25—35%; максимум 56% близ хут. Мулги), черные рудные минералы, в основном магнетит, ильменит (10—15%; макс. 24% близ хут. Ванаузе) и гранат (25—35%; макс. 58% близ дер. Трепимяги). Содержание полезных компонентов, в частности минералов группы циркона невысокое (2—3%; макс. 9% близ устья р. Тяннасилма) (рис. 4). Количество последнего увеличивается в связи с уменьшением медианного диаметра осадков (рис. 1), но относительно высокая концентрация наблюдается также близ устья р. Тяннасилма и близ истока р. Суур-Эмайыги, где, видимо, происходит более усиленный промыв осадков.

Аналогичная картина наблюдается в содержании гранатов, но следует отметить, что высокое их содержание наблюдается также в девонских песчаниках и морене последнего оледенения именно в северо-западной и юго-восточной частях Вьртсъярвской впадины (Раукас, 1978). Высокое содержание амфиболов и пироксенов (30—40%; макс. 56% близ хут. Мулги) тоже связано с выходами морены. Легко выветривающиеся минералы (оливин, пирит и др.) отсутствуют. Мало также слюд (2—3%; макс. 9% близ хут. Ванаузе).

В итоге можно сказать, что волновое действие в береговой зоне озера Вьртсъярв весьма слабое и состав береговых отложений почти тождествен составу исходных пород и отложений.

ЛИТЕРАТУРА

- Калинко М. К. Песчаные породы // Справочное руководство по петрографии осадочных пород. II. Л., 1958.
Орвику Л. Ф. Новые данные о геологии озера Вьртсъярв // Тр. Ин-та геол. АН ЭССР, 1958, 3, 269—293.
Раукас А. В. Плейстоценовые отложения Эстонской ССР. Таллинн, 1978.
Раукас А. В., Ряхни Э. Э., Мийдел А. М. Краевые ледниковые образования Северной Эстонии. Таллинн, 1971.
Grewingk, C. Erläuterungen zur zweiten Ausgabe der geognostischen Karte Liv-, Est- und Kurlands. Dorpat, 1879 // Arch. Naturk. Liv-, Ehst- u. Kurl., Ser. 1, 8, 343—466.

- Hausen, H. Materialien zur Kenntnis der pleistozänen Bildungen in den russischen Ostseeländern // Fennia, 1913a, 34, N 2.
- Hausen, H. Über die Entwicklung der Oberflächenformen in den russischen Ostseeländern und angrenzenden Gouvernements in der Quartärzeit // Fennia, 1913b, 34, N 3.
- Jaani, A. Hüdrolöogia // Võrtsjärv. Tallinn, 1973, 37—60.
- Mühlen, L. Zur Geologie und Hydrologie des Wirzjerv-Sees // Abhandl. Preuss. Geol. Landesanst. Neue Folge, 1918, H. 83.
- Orviku, K. Võrtsjärve geoloogilisest arengust // Võrtsjärv. Tallinn, 1973, 26—32.
- Orviku, K., Orviku, K. (jun.), Lutt, J. Võrtsjärve nüüdisaegse ranna geoloogiline ehitus ja dünaamika reguleeritud veeseisul. Tallinn, 1972. (Käsikiri TA Geoloogia Instituudi Fondis.)
- Tavast, E., Raukas, A., Moora, T. Kallast mööda ümber Võrtsjärve // Eesti Loodus, 1983, nr. 6, 364—373.
- Võrtsjärve ökosüsteemi seisund. Tartu, 1984, 15—29.

Институт геологии
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
3/II 1989

Elvi TAVAST

VÕRTSJÄRVE RANNAD

Võrtsjärv on pindalalt Eesti teine järv Peipsi-Pihkva järve järel. Selle keskmine sügavus on 2,8 m. Lainete mõju kalda kujundamisel on märgata vaid eriti tugevate tormidega suurvee ajal. On kirjeldatud kaldavööndi tüüpe ja setteid ning analüüsitud hüdrometeoroloogiliste tegurite osa nende kujunemisel. On esitatud rannatüüpide kaart (joon. 1) koos setete lõimiseanalüüsiga ning kirjeldatud Võrtsjärvele iseloomulikke rannatüüpe (joon. 2) ja setete mineraalset koostist (joon. 3, 4).

Elvi TAVAST

COASTS OF LAKE VÕRTSJÄRV

Lake Võrtsjärv has the second largest area in the Estonian lakes, only L. Peipsi-Pihkva being larger. The average depth of the lake is 2.8 m. The waves do not have any remarkable effect on the dynamics of banks except during the storms when the water level is very high. The coastal types and sediments are described and the hydrometeorological factors at their formation analyzed. The map of coastal types (Fig. 1) with the data obtained by the grain-size analysis is presented. The most typical coastal types are pointed out as well (Fig. 2).